

BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP03/08650

REC'D 17 SEP 2003

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 35 813.3
Anmeldetag: 05. August 2002
Anmelder/Inhaber: Brueninghaus Hydromatik GmbH,
Elchingen/DE
Bezeichnung: Gleitschuh und Verfahren zum Ausbilden von
Unterteilungen an einer Gleitebene eines
Gleitschuhs
IPC: F 04 B 1/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 31. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Steck".

Steck

**Gleitschuh und Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen
an einer Gleitebene eines Gleitschuhs**

Die Erfindung betrifft einen Gleitschuh und ein Verfahren
5 zum Ausbilden von Unterteilungen an einer Gleitebene eines
Gleitschuhs.

Zum Erzeugen der Hubbewegung von Kolben in hydrostatischen
Kolbenmaschinen sind die Kolben mittels eines Gleitschuhs
10 auf einer Gleitfläche, beispielsweise einer Schrägscheibe,
abgestützt. Die Schrägscheibe ist dabei drehfest mit dem
Gehäuse der Kolbenmaschine verbunden. Dadurch kommt es zu
einer Relativbewegung zwischen den Gleitschuhen und der
Schrägscheibe. Da die Gleitschuhe großen mechanischen
15 Belastungen ausgesetzt sind, müssen sie aus einem
mechanisch ausreichend festen Material gefertigt werden.
Mechanisch hochfeste Materialien weisen aber im Regelfall
auch einen hohen Reibungskoeffizienten im Zusammenspiel
mit der Schrägscheibe auf.

20 Aus der DE 196 01 721 A1 ist bekannt, diese Reibung
zwischen der Gleitfläche der Schrägscheibe und der
Gleitsohle des Gleitschuhs dadurch zu verringern, dass in
die Gleitsohle ein Gleitteil eingesetzt wird. Das
25 Gleitteil ist aus einem Material gefertigt, welches selbst
beim Ausbleiben einer Schmierung eine ausreichende
Restgleitfähigkeit auf der Schrägscheibe sicherstellt. An
der Gleitsohle sind zudem mehrere Unterteilungen
angeordnet, mit deren Hilfe ein Druckmittelpolster
30 aufgebaut wird, so dass während des Betriebs der
hydrostatischen Kolbenmaschine der Gleitschuh auf einem
hydrostatischen Gleitlager läuft. Die Unterteilungen
bilden hierzu auf der Gleitsohle eine Art Labyrinth aus,
das für ein gleichmäßiges Polster aus dem Druckmittel
35 sorgt, welches durch eine Druckölbohrung zugeführt wird.
Durch diese hydrostatische Entlastung wird der
reibungsbedingte Verschleiß deutlich verringert.

Bei dem aus der DE 196 01 721 A1 bekannten Gleitschuh ist nachteilig, dass mehrere Bearbeitungsvorgänge erforderlich sind, die spanende Verfahren erfordern. Neben dem hohen Materialaufwand werden dadurch die Bearbeitungszeiten deutlich verlängert. Zudem kann durch Grate, die bei der Bearbeitung entstehen, ein erhöhter Verschleiß bei der Inbetriebnahme der Kolbenmaschine entstehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ausbildung von Unterteilungen und einen entsprechenden Gleitschuh zu schaffen, bei dem ein geringer Materialeinsatz sowie eine kurze Bearbeitungszeit erforderlich sind.

Die Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Verfahren mit den Verfahrensschritten gemäß Anspruch 1 sowie den erfindungsgemäßen Gleitschuh nach Anspruch 18 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es vorteilhaft, das Material, aus welchem die Unterteilungen zu fertigen sind, durch ein berührungsloses Verfahren fest mit einem Gleitschuhrohling zu verbinden. Das Erzeugen der Verbindung erfolgt dabei mittels eines Wärmeeintrags. Durch den Wärmeeintrag wird das zuvor zugeführte Material aufgeschmolzen und damit dauerhaft als Löt- oder Schweißverbindung auf dem Gleitschuhrohling fixiert.

Durch die berührungslos eingebrachte Wärme kann auch mit einfachen Mitteln eine komplexe Geometrie der Unterteilungen erzeugt werden. Anders als beim spanenden Herausarbeiten der Unterteilungen sind die Grenzen der denkbaren Geometrien nicht durch die Abmessungen des spanabhebenden Werkzeugs sowie dessen Vorschubgeschwindigkeit begrenzt. Der kleine Strahldurchmesser eines Laserstrahls oder eines Elektronenstrahls etwa ermöglicht auch besonders enge Radien. Zudem ist es möglich, das erfindungsgemäße Verfahren zum Aufbringen der Unterteilungen in den Produktionsprozess des Gleitschuhs zu integrieren. Der

hohe logistische Aufwand, den die spanende Bearbeitung und die mehrteilige Ausführung bisheriger Gleitschuhe erfordert, entfallen. Dadurch reduzieren sich nicht nur die unmittelbaren Produktionskosten, sondern auch die

5 Lagerhaltungskosten.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfundungsgemäßen Verfahrens möglich.

10

Insbesondere ist es vorteilhaft, das aufzubringende Material als Pulver zuzuführen, welches dann z. B. mittels eines Laserstrahls auf den Gleitschuhrohling aufgeschmolzen wird. Gemäß einer weiteren

15 erfundungsgemäßen Weiterbildung wird das überschüssige Material nach dem Ausbilden der Unterteilungen von dem Gleitschuhrohling abblasen. Der so wiedergewonnene Werkstoff kann dem Herstellungsprozess evtl. wieder zugeführt werden.

20

Ein weiterer Vorteil ist, dass ohne einen Werkzeugwechsel nicht nur die Gleitsohle des Gleitschuhs mit Unterteilungen versehen werden kann, sondern auch eine entgegengesetzt orientierte Ringfläche, an der eine

25 Gleitreibung zwischen dem Gleitschuh und einer Rückzugplatte auftritt.

Durch die Verwendung eines Prozesses, bei dem ein berührungsfeier Wärmeeintrag stattfindet, wird der

30 gesamte Temperatureintrag in das Werkstück niedrig gehalten, da keine Wärmeleitung durch das Material erforderlich ist. Dadurch ist es auch möglich, an Randbereichen des Gleitschuhs Material aufzubringen, ohne dass ein Verzug des Materials auftritt. Ferner wird eine

35 Wärmebehandlung des Gleitschuhrohlings zum Erreichen höherer Materialfestigkeit nicht durch einen großen Wärmeeintrag wieder aufgehoben.

Das Zuführen des Materials mittels einer Wickelvorrichtung hat darüber hinaus den Vorteil, dass das Restmaterial nach Ende des Prozesses wieder auf eine Spule oder Rolle aufgewickelt ist, und ein Reinigungsprozess der

5 Bearbeitungsstation nicht erforderlich ist. Ferner kann die Spule oder Rolle, die das verbrauchte Material enthält, evtl. wieder einem Recyclingprozeß zugeführt werden.

10 Das erfindungsgemäße Verfahren ist in der Zeichnung dargestellt und wird anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

15 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Axialkolbenmaschine;

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung im Ausschnitt II der Fig. 1;

20 Fig. 3 eine Ansicht einer Gleitschuhsohle mit mehreren Unterteilungen;

25 Fig. 4 eine schematische Darstellung eines ersten Beispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines zweiten Beispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens;

30 Fig. 6 eine schematische Darstellung eines dritten Beispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 7 eine schematische Darstellung des dritten Beispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens aus einer zweiten Perspektive;

35 Fig. 8 eine schematische Darstellung zweier Geometrien für Unterteilungen auf einer Ringfläche des Gleitschuhs; und

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines vierten Beispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Zum besseren Verständnis der Erfindung soll zunächst
5 anhand von Fig. 1 der Aufbau der wesentlichen Bauteile
einer Axialkolbenmaschine 1 erläutert werden. Die
Axialkolbenmaschine 1 weist ein Gehäuse 2 auf, in dessen
Inneren eine Welle 3 drehbar gelagert ist. Zur Lagerung
der Welle dienen ein Lager 4 sowie ein am
10 entgegengesetzten Ende der Welle 3 angeordnetes weiteres
Lager 5. Mit der Welle 3 ist eine Zylindertrommel 6
drehfest verbunden. In die Zylindertrommel 6 sind
gleichmäßig über den Umfang verteilt mehrere
Zylinderbohrungen 7 eingebracht. Die Zylinderbohrungen 7
15 dienen der Aufnahme von Kolben 8. Die Kolben 8 sind in den
Zylinderbohrungen 7 längsverschieblich angeordnet.

Beim Ausführen einer Hubbewegung wird im Falle, dass die
Axialkolbenmaschine als eine Hydropumpe betrieben wird,
20 während eines Druckhubs Druckmittel aus den
Zylinderbohrungen 7 durch Zylinderöffnungen 9 in eine
Steuerniere 10 gedrückt. Die Steuerniere 10 ist in nicht
dargestellter Weise mit einer Arbeitsleitung verbunden.
Zum Erzeugen der Hubbewegung der Kolben 8 dient eine
25 Schrägscheibe 11. Der Winkel der Schrägscheibe 11 relativ
zu der Welle 3 ist über eine Verstellvorrichtung 12
einstellbar, indem ein Stellkolben 13 die Schrägscheibe 11
entsprechend mit einer Kraft beauftragt und somit
verstellt.

30 Die Kolben 8 weisen an ihrem von der Zylinderöffnung 9
abgewandten Ende einen kugelförmigen Kopf 14 auf. Der
kugelförmige Kopf 14 ist mit einem Gleitschuh 15
verbunden, der sich an der Schrägscheibe 11 abgestützt.
35 Das Zusammenspiel zwischen der Schrägscheibe 11, den
Kolben 8 und den Gleitschuhen 15 wird anhand der
Ausschnittvergrößerung in Fig. 2 ausführlich erläutert.

- Der Gleitschuh 15 stützt sich auf einer Gleitfläche 16 der Schrägscheibe 11 ab, wobei die Gleitfläche 16 bei einer Drehung der Zylindertrommel 6 von dem Gleitschuh 15 entlang einer Kreisbahn überstrichen wird. Während eines Druckhubs wird der Gleitschuh 15 auf Grund des in der Zylinderbohrung 7 herrschenden Drucks in Anlage zu der Schrägscheibe 11 gehalten, so dass sich eine Gleitsohle 22 des Gleitschuhs 15 in Anlage mit der Gleitfläche 16 der Schrägscheibe 11 befindet. Um auch bei einem Saughub die Anlage des Gleitschuhs 15 an der Schrägscheibe 11 zu gewährleisten, ist eine Rückzugplatte 18 vorgesehen. Die Rückzugplatte 18 hält während des Saughubs den Gleitschuh 15 durch Anlage an einer Ringfläche 29, die entgegengesetzt zu der Gleitsohle 22 orientiert ist, fest.
- Um einen konstanten Abstand der Rückzugplatte 18 zu der Gleitfläche 16 der Schrägscheibe 11 sicherzustellen, stützt sich die Rückzugplatte 18 an einem Gegenlager 19 ab.
- Das Gegenlager 19 weist eine kalottenförmige Außenkontur auf, auf der die Rückzugplatte 18 bei einer Stellbewegung der Schrägscheibe 11 gleitet und so der Stellbewegung durch Drehung folgen kann. Durch die Ausformung eines kugelförmigen Kopfs 14 an dem Kolben 8 sowie einer korrespondierenden kugelförmigen Ausnehmung 17 an dem Gleitschuh 15 sind sowohl Zug- als auch Druckkräfte zwischen den Kolben 8 übertragbar. Zur Verminderung der Reibung zwischen dem kugelförmigen Kopf 14 und der kugelförmigen Ausnehmung 17 ist eine Schmierölbohrung 21 vorgesehen, durch welche die Kontaktfläche zwischen dem Gleitschuh 15 und dem kugelförmigen Kopf 14 aus der Zylinderbohrung 7 mit Schmiermittel versorgt wird. Weiterhin ist in dem Gleitschuh 15 eine Durchgangsbohrung vorgesehen, welche das Druckmittel zur Gleitsohle 22 des Gleitschuhs 15 transportiert.

In Fig. 3 ist eine Aufsicht auf eine Gleitsohle 22 dargestellt. Die Gleitsohle 22 weist eine Basisfläche 26 auf, auf der mehrere Unterteilungen angeordnet sind. Die

Unterteilungen sind in Form von kreisförmigen Stegen ausgebildet, wobei zwischen Tragstegen und Dichtstegen zu unterscheiden ist.

- 5 Wie vorstehend bereits bei der Erläuterung der Fig. 2 ausgeführt wurde, ist in den Gleitschuhen 15 eine Durchgangsbohrung 27 vorgesehen, durch welche während des Druckhubs Druckmittel in Richtung der Gleitsohle 22 gedrückt wird. Das aus der Durchgangsbohrung 27 austretende Druckmittel verteilt sich zunächst bis zu einem ersten Tragsteg 23, welcher als Erhebung auf der Basisfläche 26 ausgebildet ist. Der erste Tragsteg 23 ist kreisförmig ausgebildet und weist zwei Öldurchlässe 30 auf, wobei die beiden Öldurchlässe 30 diametral als 10 Vertiefungen in dem ersten Tragsteg 23 ausgebildet sind. Das über die Öldurchlässe 30 austretende Druckmittel wird durch einen Dichtsteg 25, der ebenfalls als Erhebung auf der Basisfläche 26 ausgebildet ist, daran gehindert, schnell in radialer Richtung wegzufliessen. Im Gegensatz zu 15 dem ersten Tragsteg 23 weist der Dichtsteg 25 keinen Öldurchlass auf.

- Im dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 3 sind der erste Tragsteg 23, der Dichtsteg 25 sowie ein zweiter 25 Tragsteg 24 konzentrisch zueinander angeordnet. Der Durchmesser des ersten Tragstege 23, des Dichtstegs 25 sowie des zweiten Tragstege 24 nimmt dabei kontinuierlich zu. In dem zweiten Tragsteg 24 sind weitere Öldurchlässe 31 ausgebildet. Die abgebildete Gleitsohle 22 zeigt in dem 30 zweiten Tragsteg 24 insgesamt vier Öldurchlässe 31, die gleichmäßig über den Umfang des zweiten Tragstege 24 verteilt angeordnet sind.

- Während für den Gleitschuhrohling ein mechanisch 35 hochfestes Material verwendet wird, werden die Unterteilungen aus einem Material angefertigt, welches auch bei Ausbleiben einer Schmierung eine ausreichende Restgleitfähigkeit auf der Gleitfläche 16 der Schrägscheibe 11 sicherstellt. Die Unterteilungen können

hierzu z. B. aus den als Lagermaterial bekannten Werkstoffen Sondermessing oder Bronze hergestellt sein. Durch das erfindungsgemäße Verfahren, welches nachfolgend ausführlich beschrieben wird, sind aber auch andere 5 Materialien, vorzugsweise Kunststoffe oder Keramiken, aber auch Nichteisenmetalle auf die Basisfläche 26 des Gleitschuhrohlings aufbringbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Ausbilden der 10 Unterteilungen wird nun anhand der schematischen Darstellung in Fig. 4 beschrieben. Ein Gleitschuhrohling 47 wird einer Bearbeitungsstation zugeführt und in eine Aufnahme 40 gespannt. An Stelle des vorstehend beschriebenen Gleitschuhs 15, welcher eine kugelförmige 15 Ausnehmung 17 aufweist, die mit einem kugelförmigen Kopf 14 des Kolbens 8 verbunden wird, ist die Gelenkverbindung bei den nachfolgend beschriebenen Gleitschuhen so ausgestaltet, dass der jeweilige Gleitschuhrohling 47 einen kugelförmigen Gleitschuhkopf 28 aufweist, welcher 20 mit einer korrespondierenden Ausnehmung an den Kolben 8 zu einer Gelenkverbindung zusammenwirkt.

Das nachfolgend beschriebene Verfahren kann an den beiden Gleitebenen des Gleitschuhrohlings 47, also sowohl der 25 Gleitsohle 22, als auch der Ringfläche 29 eingesetzt werden. Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich zunächst auf das Bearbeiten der Gleitsohle 22. Bevor die Unterteilungen auf der Gleitsohle 22 ausgebildet werden können, muss die Basisfläche 26 des Gleitschuhrohlings 47 30 so vorbereitet werden, dass eine Fläche mit definierter Oberflächengüte entsteht, auf der ein Schweißen oder Löten möglich ist. Dies kann z. B. während der Fertigung des Gleitschuhrohlings 47, wenn der Gleitschuhrohling 47 während seiner Herstellung drehbearbeitet wird, oder in 35 einem separaten Arbeitsschritt erfolgen, beispielsweise durch Schleifen.

Der so vorgefertigten Basisfläche 26 wird nun das aufzutragende Material zugeführt. Im Falle eines

pulverförmig zuzuführenden Werkstoffss wird hierzu eine in Fig. 4 dargestellte Zuführvorrichtung 36 verwendet. Die Zuführvorrichtung 36 besteht aus einer Düse 37 sowie einem Schaber 38, wobei die Düse 37 und der Schaber 38 miteinander so verbunden sind, dass sie über einen gemeinsamen Arm 39 bewegt werden können. Die Zuführvorrichtung 36 wird nun über die Ebene der Gleitsohle 22 verfahren, wobei gleichzeitig durch die Düse 37 der pulverförmige Werkstoff austritt. In der Zeichnung 10 erfolgt die Bewegung von rechts nach links. Ein Teil des so auf die Basisfläche 26 aufgetragenen Pulvers wird mit Hilfe des Schabers 38 wieder entfernt, so dass eine Pulverschicht 41 erzeugt wird, die eine konstante Dicke aufweist.

15

Das Ausbilden der mit der Basisfläche 26 fest verbundenen Unterteilungen erfolgt anschließend durch lokales Erwärmen der Pulverschicht 41. Hierzu wird beispielsweise ein Laser verwendet, der über ein Glasfaserkabel 33 mit einer Optik 34 verbunden ist, wobei die Optik 34 mit Hilfe einer nicht dargestellten Führungseinrichtung, z.B. einem Roboter, bewegt werden kann. Aus der Optik 34 tritt ein Laserstrahl 35 aus, so dass mit dem Laserstrahl 35 die Pulverschicht 41 lokal erwärmt wird. Die lokale Erwärmung der Pulverschicht 41 führt zum Entstehen einer Schmelze, die beim Erkalten eine Verbindung mit der Basisfläche 26 eingeht.

Bezogen auf das Beispiel der Gleitsohle 22 aus Fig. 3 wird 30 die Optik 34 relativ zu dem Gleitschuhrohling 47 entlang mehrerer Kreisbahnen bewegt, so dass das in Fig. 3 gezeigte Muster an Unterteilungen entsteht. Zum Erzeugen der Öldurchlässe 30 bzw. 31 ist es ausreichend, wenn an den entsprechenden Stellen kurzfristig die Leistung des 35 Lasers abgeschaltet oder stark reduziert wird.

Das während dieses Aufschmelzvorgangs nicht erwärmte Pulver wird von der Basisfläche 26 des Gleitschuhrohlings 47 mit Hilfe eines nicht dargestellten Gebläses entfernt.

Das abgeblasene Material wird aufgefangen und kann dem Prozess wieder zugeführt werden. Die Unterteilungen, welche nunmehr auf der Basisfläche 26 des Gleitschuhrohlings 47 ausgebildet sind, werden in einem weiteren Verarbeitungsschritt gegeben. Durch das Ebnen, welches beispielsweise durch einen spanenden Prozess oder durch Schleifen erfolgen kann, wird an der Anlagefläche des ersten und zweiten Tragstegs 23 und 24 und des Dichtstegs 25 mit der Gleitfläche 16 der Schrägscheibe 11 eine definierte Rauhtiefe erzeugt.

In Fig. 5 ist eine Alternative bezüglich des Zuführens des aufzubringenden Materials dargestellt. An Stelle eines Pulvers wird dabei ein Draht 42 verwendet. Der Draht 42 wird mittels einer Wickelvorrichtung zugeführt, wobei die Wickelvorrichtung aus einer ersten Spule 43 und einer zweiten Spule 43' besteht. Zwischen der ersten Spule 43 und der zweiten Spule 43' ist der Draht 42 frei gespannt, wobei diese freie Drahtlänge unmittelbar über der Basisfläche 26 des Gleitschuhrohlings 47 gehalten wird. Während der Einschaltdauer des Lasers ist durch Abwickeln des Drahts 42 von der ersten Spule 43 und dem gleichzeitigen Aufwickeln auf die zweite Spule 43' der Draht 42 zu jedem Zeitpunkt gespannt.

Durch den Laserstrahl 35 wird jeweils nur ein Teil des Drahts 42 aufgeschmolzen. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass der Drahtdurchmesser den Fokussdurchmesser des Laserstrahls 35 übersteigt. Ebenso ist es denkbar, einen Draht 42 zu verwenden, welcher eine Seele mit einem höheren Schmelzpunkt aufweist, so dass lediglich das die Seele umgebende Material aufgeschmolzen wird. Bei der Verwendung eines Drahts 42 und einer Wickelvorrichtung ist es vorteilhaft, wenn die Optik mit der Wickelvorrichtung starr verbunden ist, so dass die relative Lage des Drahts 42 und des Laserstrahls 35 zueinander konstant sind. Zudem wird durch die konstante Orientierung des Laserstrahls 35 hinsichtlich des Aufschmelzpunkts eine hohe Prozesssicherheit erreicht. In

diesem Fall werden die Geometrien der Unterteilungen dadurch erzeugt, dass die Aufnahme 40 und mit ihr der Gleitschuhrohling 47 bewegt werden.

- 5 In Fig. 6 ist eine ähnliche Anordnung wie in Fig. 5 dargestellt. An Stelle der Spulen 43 und 43' werden für die Wickelvorrichtung eine erste Rolle 44 und eine zweite Rolle 44' verwendet, mit deren Hilfe ein Bandmaterial, beispielsweise eine Metallfolie 45, in unmittelbarer Nähe
10 zu der Basisfläche 26 positioniert wird. Die Fig. 6 zeigt einen späteren Zeitpunkt des Verfahrens, in dem der zweite Tragsteg 24 sowie der Dichtsteg 25 bereits ausgebildet sind. Der Laserstrahl 35 erzeugt gerade den ersten Tragsteg 23. Durch die Verwendung unterschiedlich starker
15 Metallfolien 45 kann die Höhe der Unterteilungen eingestellt werden. Ist die Metallfolie 45 ein schmales Band, welches nur geringfügig breiter ist als der Fokus des Laserstrahls 35, so ist es vorteilhaft, die Wickelvorrichtung und die Optik wiederum fest aneinander
20 zu koppeln und die Geometrien der Unterteilungen dadurch zu erzeugen, dass die Aufnahme 40 relativ dazu bewegt wird.

Eine andere Möglichkeit ist in Fig. 7 dargestellt. Die
25 Metallfolie 45 ist breiter als die größte Ausdehnung der Unterteilungen, im dargestellten Beispiel also breiter als der Durchmesser des zweiten Tragstegs 24. Dadurch ist es möglich, auf ein Betätigen der Wickelvorrichtung während des Aufschmelzens zu verzichten. Die Metallfolien 45 sowie
30 die Aufnahme 40 bewegen sich während des Verfahrens nicht. Lediglich die Optik wird, z.B. durch einen Führungsroboter, entlang der aufzubringenden Unterteilungen bewegt, wie dies durch den Pfeil 46 angedeutet ist.

35

Sind die Unterteilungen auf der Gleitschale 22 vollständig aufgebracht, so wird in die Aufnahme 40 ein neuer Gleitschuhrohling 47 eingespannt, und die Wickelvorrichtung betätigt, so dass ein unverbrauchter

Abschnitt der Metallfolie 45 in Überdeckung mit einer neuen Basisfläche 26 eines Gleitschuhrohlings 47 kommt.

Anstatt einer bandförmigen Endlos-Metallfolie kann die
5 Metallfolie natürlich auch für jeden zu fertigenden
Gleitschuh vereinzelt sein und plättchenartig auf den
Gleitschuh aufgelegt werden.

In Fig. 8 sind verschiedene Unterteilungen dargestellt,
10 die auf der Ringfläche 29 des Gleitschuhrohlings 47 mit
dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgebildet werden können.
Die Unterteilungen können näherungsweise Kreisflächen 48
sein, wie dies in der linken Hälfte der Fig. 8 dargestellt
ist. Die Kreisflächen 48 weisen einen Durchmesser auf, der
15 kleiner ist als die Breite der Ringfläche 29.

Eine alternative Ausgestaltung ist in der rechten Hälfte
der Fig. 8 dargestellt. An Stelle der Kreisflächen 48 sind
hier gerade Stege 49 dargestellt, wobei die geraden Stege
20 49 etwa in radialer Richtung ausgebildet sind. Die Stege
49 erstrecken sich dabei über die gesamte Breite der
Ringfläche 29 und sind ebenfalls gleichmäßig über den
Umfang der Ringfläche 29 verteilt.

25 Nach dem in Fig. 9 dargestellten Ausführungsbeispiel ist
eine weitere Zuführvorrichtung 50 vorgesehen, durch welche
der Draht 42 direkt in den Laserstrahl 35 oder in dessen
unmittelbare Umgebung geführt wird. Die weitere
Zuführvorrichtung 50 weist eine Vorschubeinrichtung 51
30 auf, welche den Draht 42 von einer Drahtspule 52
abwickelt. Die Vorschubeinrichtung 51 kann z. B., wie in
der Fig. 9 dargestellt, aus zwei Rollen bestehen, zwischen
denen der Draht 42 geführt wird, und von denen zumindest
eine Rolle angetrieben ist. Der so geförderte Draht 42
35 wird durch eine Führungseinrichtung 53 an eine Position
geführt, an der der Draht 42 auf die Basisfläche 26
aufgeschmolzen werden soll. Durch eine solche Anordnung
wird einerseits aufgrund der größeren Bewegungsfreiheit
der Wechsel eines Gleitschuhrohlings 47 vereinfacht,

- andererseits kann das zugeführte Drahtmaterial vollständig auf die Basisfläche 26 aufgeschmolzen werden, so dass nach dem Aufschmelzen kein überschüssiges Material anfällt. Die weitere Zuführvorrichtung 50 kann ebenfalls an einer
5 gemeinsamen Aufnahme mit der Optik 34 gehalten werden, so dass die relative Position zwischen dem Laserstrahl 35 und einem aufzuschmelzenden Ende 54 des Drahtes 42 während des Prozesses konstant ist.
- 10 Das vorstehend ausschließlich am Beispiel der Verwendung eines Laserstrahls 35 beschriebene Ausbilden der Unterteilungen kann auch mit anderen berührungsfreien Verfahren, bei denen lokal ein Wärmeeintrag stattfindet, erfolgen. Als Beispiele sind hier insbesondere ein
15 Plasmastrahl oder ein Elektronenstrahl zu nennen.

Ansprüche

5

1. Verfahren zum Aufbringen von Unterteilungen (23, 24, 25, 48, 49) an einer Gleitebene (22, 29) eines Gleitschuhrohlings (47) mit folgenden Verfahrensschritten:

- Vorfertigen einer Basisfläche (26) der Gleitebene (22, 29) des Gleitschuhrohlings (47);
- Zuführen eines aufzubringenden Materials (41, 42, 45) an die Basisfläche (26);
- lokales Aufschmelzen des zugeführten Materials (41, 42, 45) mittels eines berührungslosen lokalen Wärmeeintrags (35);
- Erzeugen bestimmter Geometrien der Unterteilungen (23, 24, 25, 48, 49) durch Bewegen des Gleitschuhrohlings (47) und/oder eines Strahls (35) des Wärmeeintrags (34) relativ zueinander; und
- Ebnen der Anlagefläche des aufgeschmolzenen Materials (41, 42, 45) zum Erzeugen einer ebenen Anlagefläche der Gleitebene (22, 29).

2. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Wärmeeintrag berührungslos mittels eines Laserstrahls (35) erfolgt.

3. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Wärmeeintrag berührungslos mittels eines Elektronenstrahls erfolgt.

35

4. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Wärmeeintrag berührungs frei mittels eines Plasmastrahls erfolgt.

5. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem
5 der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das aufzubringende Material (41, 42, 45) als Pulver
(41) zugeführt wird.

10 6. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach
Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
das nach dem Aufschmelzen überschüssiges Pulver (41)
abgeblasen oder abgeschüttet wird.

15

7. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem
der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das aufzubringende Material (41, 42, 45) als Draht
20 (42) zugeführt wird.

8. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach
Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass zur Zuführung des Drahtes (42) eine Zuführvorrichtung
(50) vorgesehen ist, die ein freies Ende (54) des Drahtes
(42) in den Bereich des Wärmeeintrags zuführt.

30 9. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach
Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass zur Zuführung des Drahtes (42) eine Wickelvorrichtung
(43, 43') vorgesehen ist und im Bereich der von der
35 Wickelvorrichtung (43, 43') gespannten freien Drahlänge
ein Teil des Drahtmaterials (42) aufgeschmolzen wird.

10. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem
der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,

dass das aufzubringende Material (41, 42, 45) als Band (45) zugeführt wird.

11. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach
5 Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass zur Führung des Bands (45) eine Wickelvorrichtung
(44, 44') vorgesehen ist und im Bereich der von der
Wickelvorrichtung (44, 44') gespannten freien Bandlänge ein

10 Teil des Bandmaterials (45) aufgeschmolzen wird.

12. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach
Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass die Breite des Bandmaterials (45) größer ist als die
maximale Ausdehnung der auszubildenden Unterteilungen (23,
24, 25).

13. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem
20 der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Unterteilungen (23, 24, 25) auf einer Gleitsohle
(22) des Gleitschuhrohlings (47) ausgebildet werden.

25 14. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem
der Ansprüche 1 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Unterteilungen (48, 49) auf einer einer
Gleitsohle (22) entgegengesetzt orientierten Ringfläche
30 (29) des Gleitschuhrohlings (47) ausgebildet werden.

15. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem
der Ansprüche 1 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

35 dass das aufzubringende Material (41, 42, 45) ein
Kunststoff ist.

16. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem
der Ansprüche 1 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass das aufzubringende Material (41, 42, 45) ein Nichteisenmetall ist.

5 17. Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

dass das aufzubringende Material (41, 42, 45) eine Keramik ist.

10

18. Gleitschuh einer hydrostatischen Kolbenmaschine, wobei der Gleitschuh (15) zumindest eine Gleitebene (22, 29) aufweist, auf der Unterteilungen (23, 24, 25, 48, 49) als Erhebungen angeordnet sind,

15 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Unterteilungen (23, 24, 25, 48, 49) durch ein lokales, mittels eines berührungsfreien Wärmeeintrags erzeugtes Aufschmelzen eines zugeführten Materials (41, 42, 45) ausgebildet sind.

20

Zusammenfassung

5 Die Erfindung betrifft einen Gleitschuh sowie ein Verfahren zum Ausbilden von Unterteilungen an einer Gleitebene (22) eines Gleitschuhrohlings (47). Die Unterteilungen (25) werden auf den Gleitschuhrohling (47) aufgebracht, wobei zunächst eine Basisfläche (26) der
10 Gleitebene (22) des Gleitschuhrohlings (47) vorgefertigt wird. Nach dem Zuführen eines aufzubringenden Materials (41) an die Basisfläche (26) erfolgt ein lokales Aufschmelzen des zugeführten Materials (41) mittels eines berührungsfreien Wärmeeintrags (35), wobei bestimmte
15 Geometrien der Unterteilungen (25) durch Bewegen des Gleitschuhrohlings (47) und/oder eines Strahls (35) des Wärmeeintrags (34) relativ zueinander erzeugt werden. Abschließend wird die Anlagefläche des aufgeschmolzenen Materials (41) zum Erzeugen einer ebenen Anlagefläche der
20 Gleitebene (22) geebnet.

(Fig. 4)

1/5

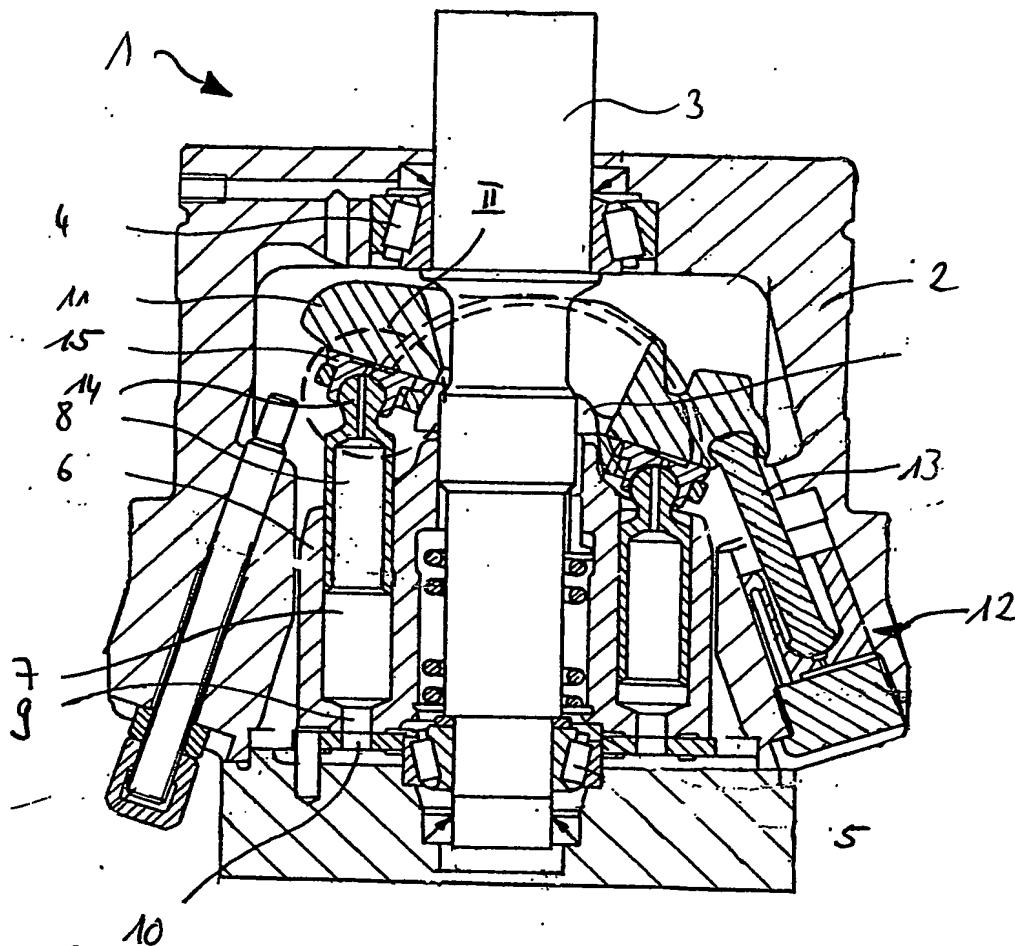


Fig. 1

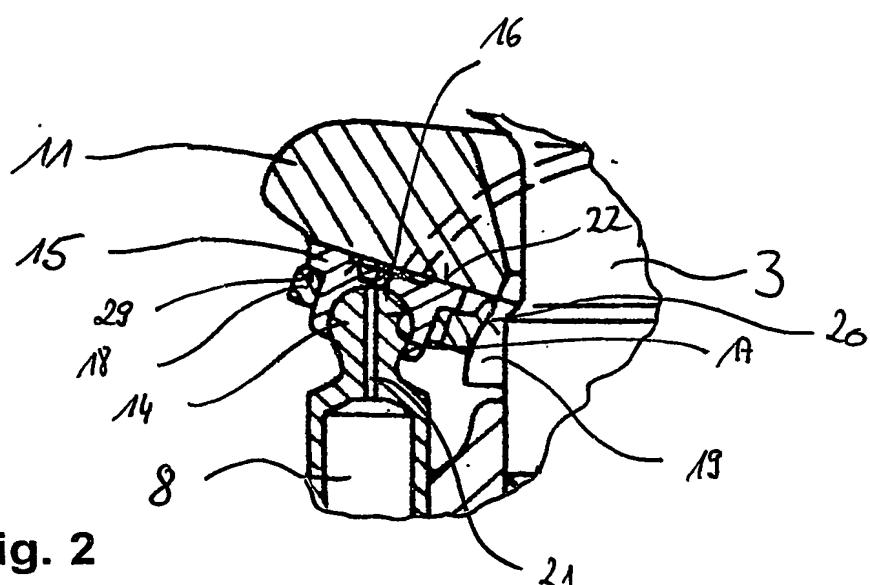


Fig. 2

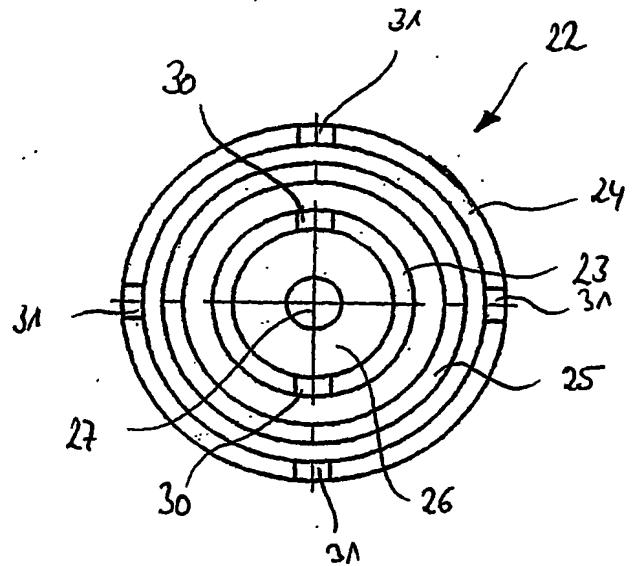


Fig. 3

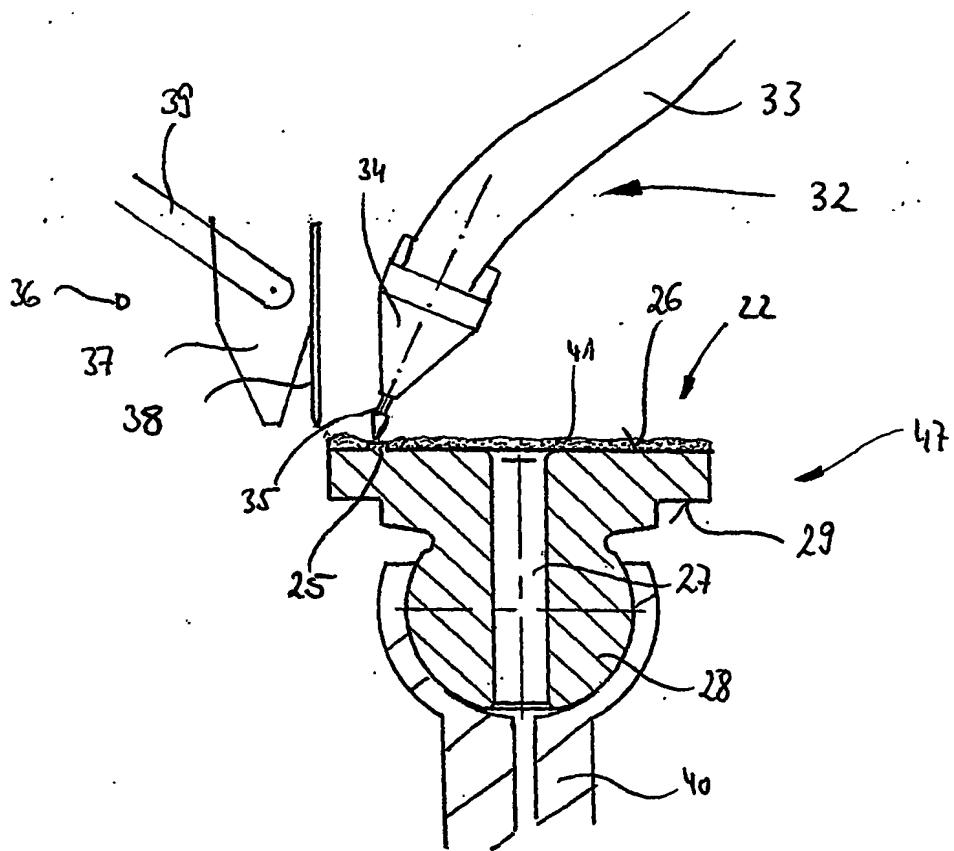


Fig. 4

3/5

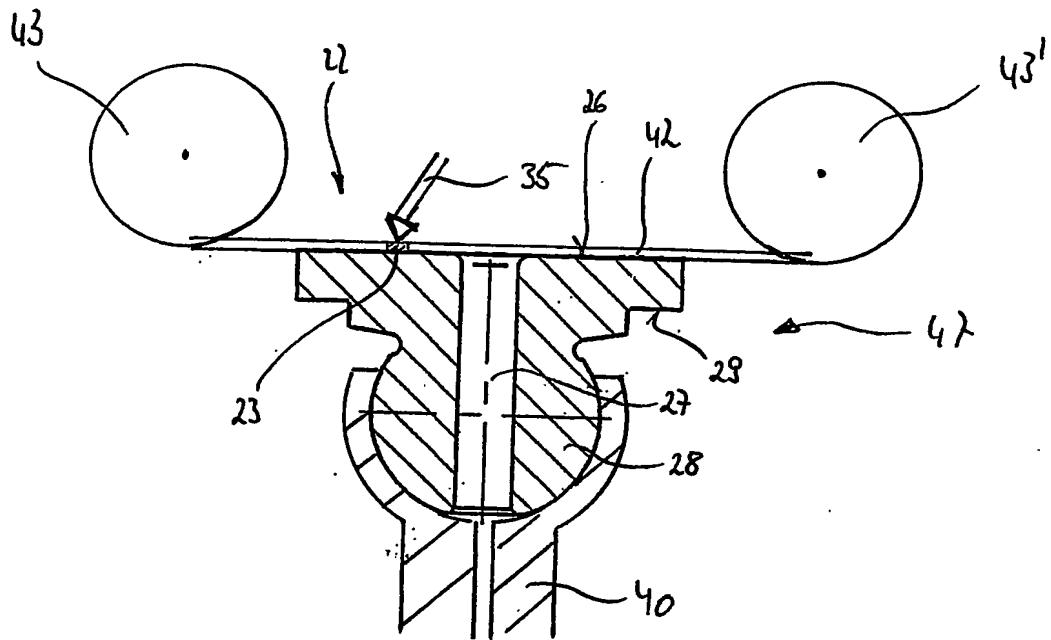


Fig. 5

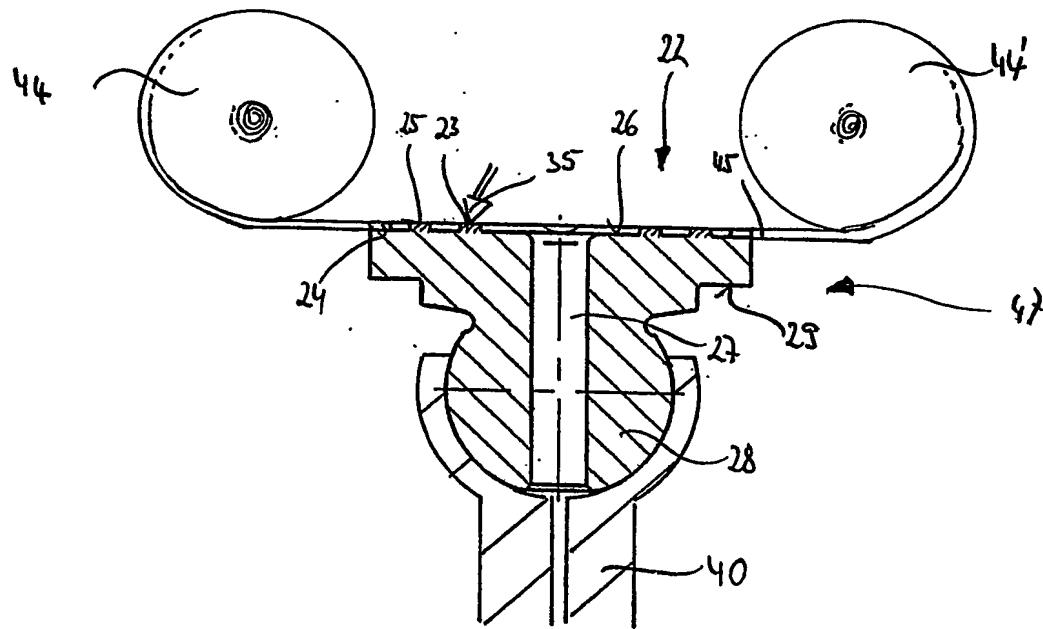


Fig. 6

4/5

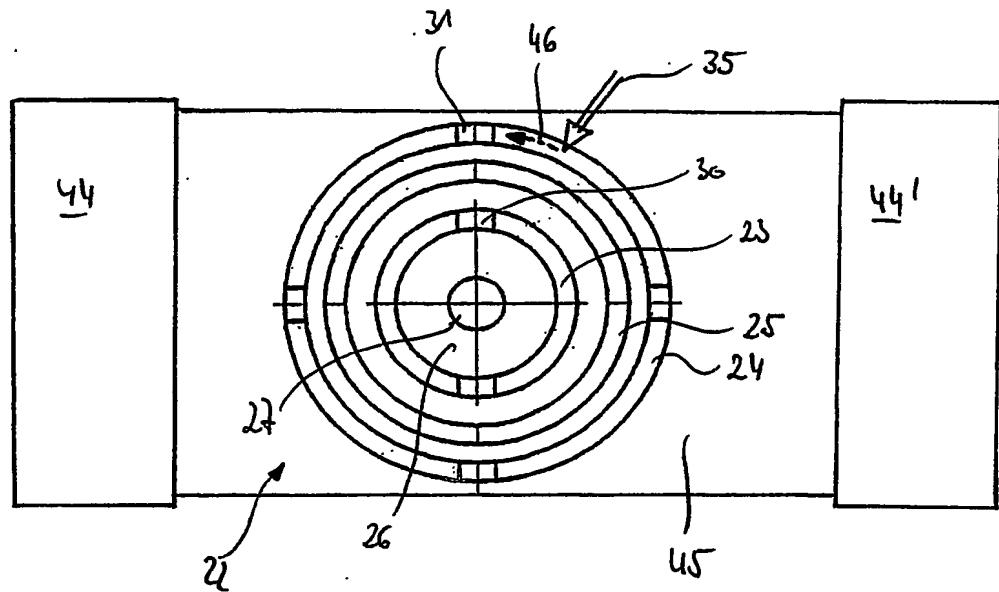


Fig. 7

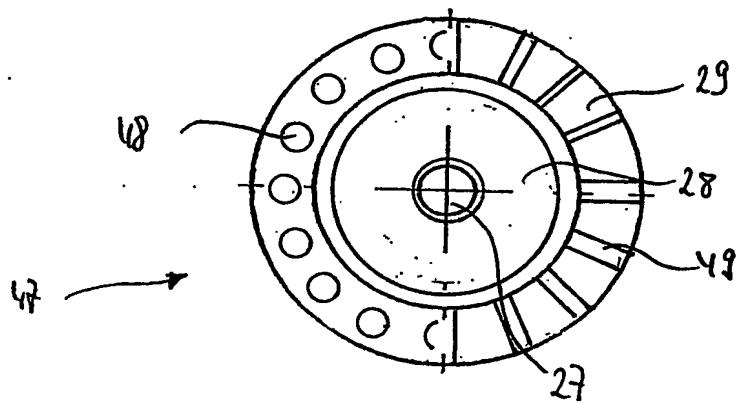


Fig. 8

5/5

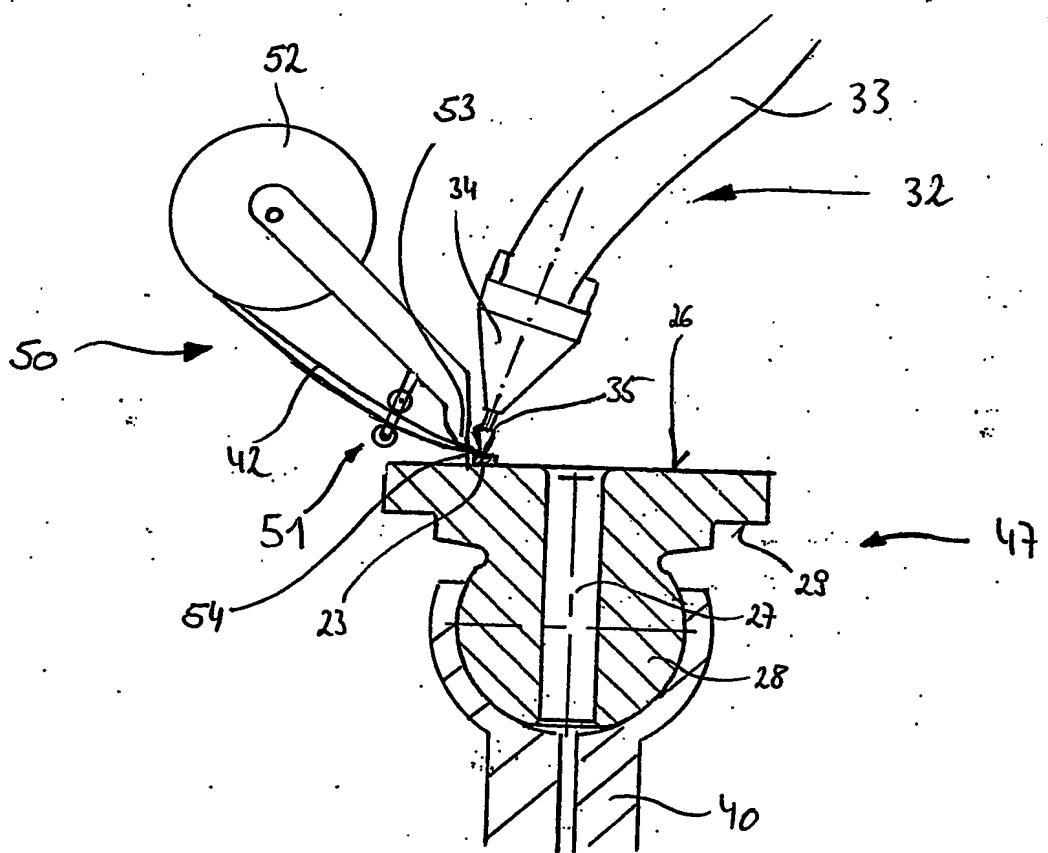


Fig. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.